

**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik, 2010/2011  
November 2010

**EEE445 - REKABENTUK LITAR ANALOG BERSEPADU**

(Masa: 3 jam)

---

**ARAHAN KEPADA CALON:**

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **TUJUH** (7) muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi **ENAM** (6) soalan

Jawab **LIMA**(5) soalan.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi soalan diberikan disudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris atau kombinasi kedua-duanya.

1. Diberi sebuah penguat punca sepunya jenis merosot seperti yang ditunjukkan pada Rajah 1(a) dan model signal kecil seperti yang ditunjukkan pada Rajah 1(b). Abaikan pemodulation panjang saluran dan kesan jasad.

*Given a common source amplifier with degeneration as shown in Figure 1(a) and its equivalent small signal model as shown in Figure 1(b). Ignore the channel length modulation and the body effect.*

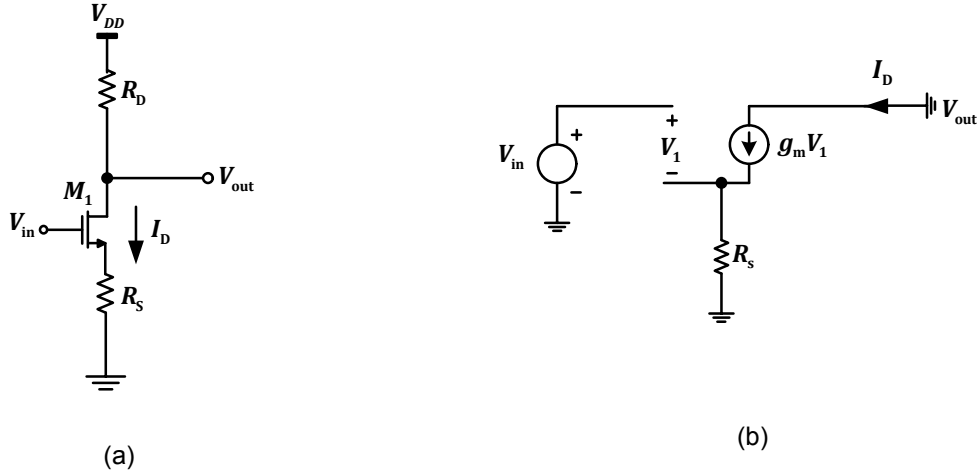


Figure 1

- (a) Apakah gandaan voltan,  $A_v$  untuk tatarajah ini?

*What is the voltage gain,  $A_v$  for this configuration?*

(5 markah)

- (b) Bandingkan nilai-nilai gandaan di antara penguat punca sepunya jenis merosot dengan penguat punca sepunya sekiranya  $R_S = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_D = 6 \text{ k}\Omega$ , dan  $g_m = 2.33 \text{ mS}$ ?

*Compare the gain values between the common source with degeneration with the common source amplifier if  $R_S = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_D = 6 \text{ k}\Omega$ , and  $g_m = 2.33 \text{ mS}$ ?*

(5 markah)

- (c) Lukis bentangan litar dengan menggunakan proses Silterra bagi perintang sbnp dan transistor nmhp dengan melukis lapisan-lapisan n-select, poly, contact, via1, metal1, dan metal2. Abaikan terminal keempat bagi transistor nMOS. Lukis petunjuk bagi mengenalpasti lapisan-lapisan tersebut.

*Draw the layout of the circuit using Silterra's sbnp resistors and nmhp transistor by only including n-select, poly, contact, via1, metal1, and metal2 layers. Ignore the 4<sup>th</sup> terminal of the nMOS transistor. Draw the legend to indicate the respective layers.*

(10 markah)

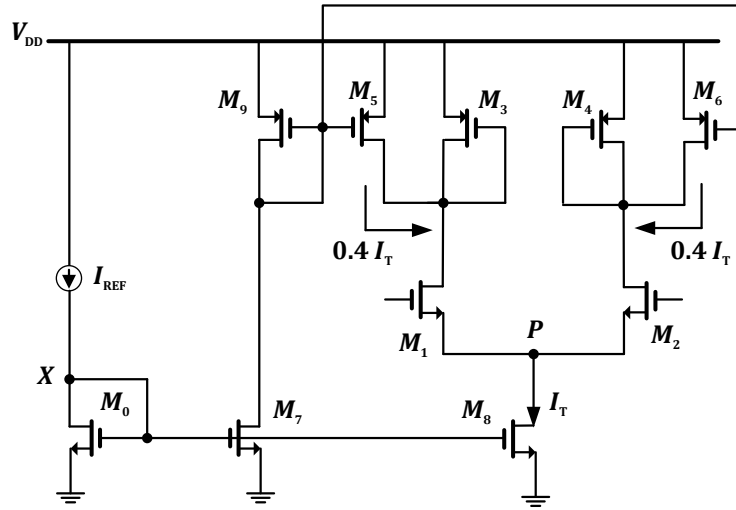


Figure 2

2. Diberi sebuah penguat kebezaan dengan cermin arus asas seperti pada Rajah 2. Berikut adalah parameter-parameter:

*Given a differential amplifier with its corresponding current mirror as in Figure 2. The following are the parameters:*

$\mu_n = 294 \text{ cm}^2/\text{V.s}$ ,  $\mu_p = 98 \text{ cm}^2/\text{V.s}$ ,  $L = 0.13 \text{ } \mu\text{m}$ ,  $C_{ox} = 13 \text{ fF}/\mu\text{m}^2$ ,  $V_{eff,M0} = 0.101 \text{ V}$ , and  $(W/L)_0 = 2/0.13 \text{ } \mu/\mu$ .

- (a) Apakah arus salir,  $I_D$  yang diperlukan untuk transistor  $M_0$ ?

*What is the drain current,  $I_D$  required for transistor  $M_0$ ?*

**(5 markah)**

- (b) Diberi arus ekor  $I_T$  adalah  $150 \text{ } \mu\text{m}$ , apakah arus-arus salir yang diperlukan untuk transistor-transistor  $M_7$ , dan  $M_9$ .

*Suppose if the tail current  $I_T$  is  $150 \text{ } \mu\text{m}$ , what are the drain currents required for transistors  $M_7$ , and  $M_9$ .*

**(5 markah)**

- (c) Cari kelebaran-kelebaran bagi transistor  $M_7$ ,  $M_8$ , and  $M_9$ . Terangkan perbezaan di antara saiz transistor pMOS dan nMOS.

*Find widths for transistors  $M_7$ ,  $M_8$ , and  $M_9$ . Explain differences between sizes of pMOS and nMOS transistors.*

**(10 markah)**

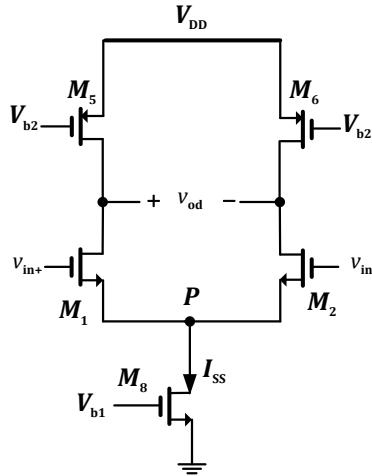


Figure 3

3. Diberi sebuah penguat kebezaan seperti pada Rajah 3. Buktikan gandaan kebezaan adalah  
*Given a differential amplifier with its corresponding current mirror as in Figure 3. Prove the differential gain to be*

$$A_{vd} = -g_m \cdot (r_{o1} \parallel r_{o5}),$$

dengan  
*by*

- (a) bentangkan model isyarat kecil menggunakan teknik litar separuh. Berikan anggapan-anggapan.  
*present small signal model using half circuit techniques. State your assumptions.*

(5 markah)

- (b) takrifkan hukum arus Kirchoff pada keluaran dan terbitkan gandaan voltan,  $A_v$ .  
*define the Kirchoff's current law (KCL) at the output and derive the voltage gain,  $A_v$ .*

(10 markah)

- (c) cari gandaan kebezaan,  $A_{vd}$  dari gandaan,  $A_v$  dalam (b).  
*find the differential gain,  $A_{vd}$  from the gain,  $A_v$  in (b).*

(5 markah)

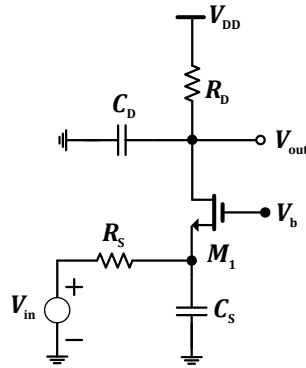


Figure 4

4. Diberi sebuah peringkat get sepunya seperti pada Rajah 4. Dengan mengabaikan pemodulation panjang saluran, cari gandaan voltan,  $A_v$  dengan:

*Given a common-gate stage as shown in Figure 4. Neglecting the channel-length modulation, find the voltage gain,  $A_v$  by the following:*

- (a) mencari gandaan voltan frekuensi rendah,  $A_v(0)$ ,  
*find the low frequency voltage gain,  $A_v(0)$ ,*

**(5 markah)**

- (b) tentukan kutub-kutub pada nod masukan dan keluaran,  
*identify the poles at the input and the output nodes,*

**(10 markah)**

- (c) gabungkan kedua-dua maklumat pada frekuensi tinggi bahagian (a) dan (b).  
*combine it to form the voltage gain at high frequency in part (a) and (b).*

**(5 markah)**

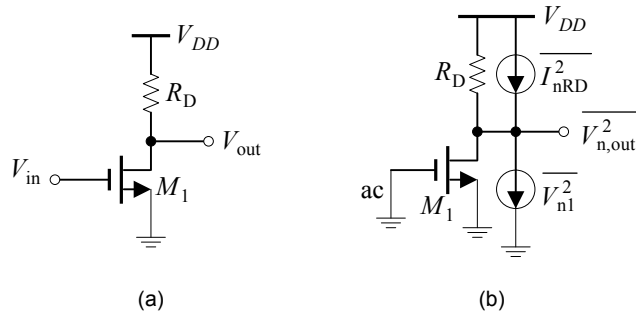


Figure 5

5. Diberi sebuah penguat punca sepunya dengan arus/voltan hingar seperti yang ditunjukkan pada Rajah 5. Cari hingar rujuk-masukan dengan

*Given a common source amplifier with its corresponding noise current/voltage as shown in Figure 5. Find the input-referred noise by*

- (a) menakrifkan hingar haba berkaitan dengan transistor  $M_1$  pada salir dengan menganggap  $\gamma = \frac{5}{2}$ ,  
*defining the thermal noise associating the transistor  $M_1$  at the drain by assuming  $\gamma = \frac{5}{2}$ ,*  
(5 markah)
- (b) menakrifkan hingar kerlipan berkaitan dengan transistor  $M_1$ ,  
*defining the flicker noise associating with the transistor  $M_1$ ,*  
(5 markah)
- (c) menakrifkan hingar haba berkaitan dengan perintang beban,  $R_D$ ,  
*defining the thermal noise associated with the load resistor,  $R_D$ ,*  
(5 markah)
- (d) menggabungkan hingar-hingar berkaitan pada bahagian (a), (b) dan (c) dan menghubungkan dengan gandaan penguat punca sepunya.  
*combining the noise in part (a), (b) and (c) and relate them to the voltage gain of the common-source amplifier.*  
(5 markah)

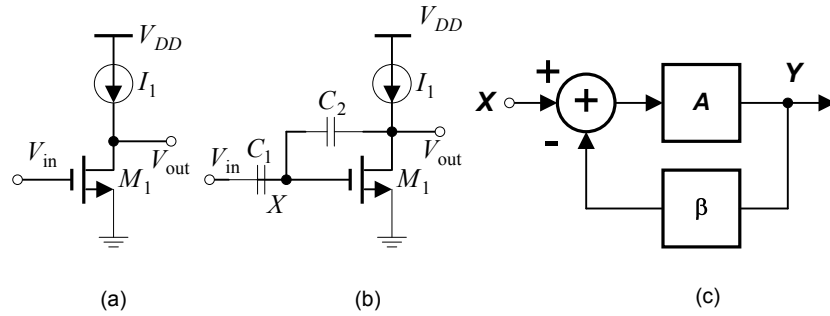


Figure 6

6. Satu daripada empat sifat-sifat untuk sebuah sistem suap-balik ialah gandaan tidak sensitif. Terangkan secara kuantitatif dan kualitatif menggunakan penguat punca sepunya dengan suap-balik seperti yang ditunjuk pada Rajah 6. Lakukan yang berikut:

*One of the four properties of a feedback system is gain desensitization. Describe it both quantitatively and qualitatively using the common-source amplifier with its corresponding feedback as shown in Figure 6. Do the following:*

- (a) Kenalpasti keempat-empat elemen dalam sistem suap balik, iaitu (i) penguat suap hadapan, (ii) bahagian keluaran penderia, (iii) rangkaian suap balik, (iv) penjanaan ralat suap balik.

*Identify the four elements in a feedback system, that is (i) feedforward amplifier, (ii) a means of sensing the output, (iii) the feedback network, (iv) a means of generating the feedback error.*

(5 markah)

- (b) Cari penguat voltan tertutup,  $\frac{V_{out}}{V_{in}}$ .  
 Find the closed loop voltage gain,  $\frac{V_{out}}{V_{in}}$ .

(10 markah)

- (c) Dapatkan jawapan dari segi  $A$  dan  $\beta$  seperti yang ditunjukkan pada Rajah 6 (c) untuk mendapatkan jawapan akhir dengan gandaan tidak sensitif.

*Represent your answer in terms of  $A$  and  $\beta$  as shown in Figure 6 (c) to arrive at the final answer that has gain desensitization.*

(5 markah)